

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

PCT / SE 2004 / 0 0 0 0 3

REC'D 28 JAN 2004

WIPO PCT

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande Westinghouse Atom AB, Västerås SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0300015-5
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2003-01-08
Date of filing

Stockholm, 2004-01-15

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Marita Öun

Marita Öun

Avgift
Fee

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

ref.: 55683 SE

**Metod, användning och anordning relaterande till nukleära
5 lättvattenreaktorer**

UPPFINNINGENS BAKGRUND OCH TIDIGARE TEKNIK

Föreliggande uppfinning avser en metod att framställa och be-
10 handla en plåt anpassad att användas som en komponent eller
som en del av en komponent i en bränslepatron för en nukleär
lätvattenreaktor, vilken metod innefattar följande steg:

- a) framställning av en plåt av en Zr-baserad legering genom
15 smidning, varmvalsning och kalvalsning i lämpligt antal
steg, varvid nämnda legering innehåller minst 96 viktpro-
cent Zr och är av sådant slag att plåten är lämplig att an-
vändas för nämnda komponent,
- b) genomförande av en $\alpha+\beta$ -släckning eller en β -släckning av
20 plåten när plåten har framställts till en tjocklek som är lika
med sluttjockleken, eller åtminstone nästan lika med slut-
tjockleken, hos den färdiga plåten,
- c) värmebehandling av plåten i nämnda legerings α -
fasttemperaturområde,
25 varvid steg c) utförs efter det att steg a) och b) har utförts.

Uppfinningen avser även en användning och anordningar som
kommer att beskrivas nedan.

Den ovan beskrivna metoden kan till exempel användas för att
30 framställa höljerör för bränslepatroner för en kokarvattenreaktor
(BWR). En sådan metod är exempelvis känd genom WO-A1-
97/40659.

Nedan kommer först ett exempel på en känd bränslepatron för
35 en BWR att beskrivas med hänvisning till Fig 1-3.

Fig 1 visar således schematiskt en bränslepatron för en BWR. Bränslepatronen innefattar ett höljerör 2 (som här endast visas till höger i figuren). Innanför höljeröret 2 är ett antal bränslestavar 3 anordnade. Bränslestavarna 3 sträcker sig från en topplatta 5 till en bottenplatta 6. Bränslestavarna 3 består av kapslingsrör som innehåller kutsar med kärnbränslematerial. I figuren är ett antal kutsar 4 symboliskt visade. Upptill är bränslestavarna 3 försedda med ändpluggar 8. Bränslestavarna anligger mot topplattans 5 undersida med hjälp av skruvfjädrar 9. Ett flertal spridare 7 är anordnade för att hålla bränslestavarna 3 på avstånd från varandra. Bränslepatronen är långsträckt och har således en längdriktning som här indikeras med en central axel 10. Bränslepatronen kan ofta innefatta en vattenkanal som vanligen sträcker sig över väsentligen hela bränslepatronens längd och som möjliggör ett flöde av icke kokande vatten upp genom bränslepatronen.

Fig 2 visar schematiskt ett tvärsnitt av en bränslepatron för en BWR. Detta tvärsnitt visar att bränslepatronen innefattar en central vattenkanal 12 med kvadratisk tvärsnitt och fyra mindre vattenkanaler 14.

Fig 3 visar schematiskt ett tvärsnitt av en annan konstruktion på en bränslepatron för en BWR. Detta tvärsnitt visar att bränslepatronen i detta fall endast innefattar en vattenkanal 16 som har ett kvadratisk tvärsnitt.

Både det ovan nämnda höljeröret 2 och vattenkanalerna 12, 14 och 16 tillverkas ofta av plåtmaterial som formas och sammansvetsas på lämpligt sätt såsom är väl känt för en person med kunskap inom området. Beträffande höljeröret 2 kan detta tillverkas genom att två plåtar produceras. Varje plåt bockas så att en U-formad profil uppnås. Dessa U-formade profiler kan sedan sammansvetsas så att ett höljerör 2 med ett kvadratisk tvärsnitt erhålles. Fig 4 indikerar schematiskt ett tvärsnitt av två sådana U-formade profiler innan de har sammanfogats och svetsats

samman. Fig 5 visar höljeröret 2 när de två U-formade profilerna har svetsats samman. Svetsfogarna är här indikerade med 18.

5 Höljerör och vattenkanaler för bränslepatroner tillverkas vanligen i olika Zr-baserade legeringar som är väl kända för en person med kunskap inom området. Exempelvis kan de välkända legeringarna Zircaloy-2 och Zircaloy-4 användas.

10 I den mycket speciella miljö som en nukleär reaktor utgör ställs många krav på de ingående komponenterna. En mycket stor mängd förslag till materialval och framställningsförfaranden av komponenter för bränslepatroner för nukleära reaktorer har därför framtagits. Även små förändringar i legeringssammansättningar eller tillverkningsparametrar kan ha stor betydelse för
15 komponentens egenskaper.

Ovan nämnda WO-A1-97/40659 beskriver ett förfarande för att tillverka plåtmaterial av en Zr-baserad legering för att tillverka höljerör för bränslepatroner för en BWR. Enligt det beskrivna
20 förfarandet framställs en plåt av den Zr-baserade legeringen genom smidning, varmvalsning och kallvalsning i ett antal steg. Mellan valsningsstegen kan en värmebehandling utföras. När plåten har framställts till slutlig eller nästan slutlig dimension så genomgår den en β -släckning. Genom β -släckningen förbättras
25 plåtens egenskaper. Bland annat förbättras därvid korrosionsegenskaperna. Dessutom erhålls genom β -släckningen en mer randomiserad textur hos kristallkornen vilket motverkar plåtens tendens att deformeras i speciellt valda riktningar. Med en randomiserad textur menas att kristallkornen är riktade slumpvis i
30 olika riktningar. Med en icke randomiserad textur menas således att kristallkornen tenderar att i högre grad vara riktade i någon eller några speciella riktningar. En plåt med en icke randomiserad textur tenderar därför att deformeras i speciellt valda riktningar.

I detta sammanhang kan noteras att de använda Zr-legeringarna föreligger i en α -fas vid lägre temperaturer (exempelvis vid rumstemperatur). I α -fasen är materialets kristallstruktur hcp. Vid högre temperaturer (för exempelvis Zircaloy-4 över cirka 980°C) föreligger legeringen i β -fas. I denna fas är kristallstrukturen bcc. Vid en temperatur som exempelvis för Zircaloy-4 är mellan 810°C och 980°C föreligger legeringen i en blandning av α -fas och β -fas, en så kallad $\alpha + \beta$ -fas.

10 Enligt ovan nämnda WO-A1-97/40659 kan plåten genomgå en värmebehandling i α -fastemperaturområdet efter nämnda β -släckning. Därvid förbättras plåtens korrosionsegenskaper ytterligare.

15 SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

Även om metoden beskriven i ovannämnda WO-A1-97/40659 har visat sig fungera bra så finns det utrymme för ytterligare förbättring av framställningsmetoden.

20

Ett syfte med föreliggande uppfinning är därför att komma fram till en metod att framställa och behandla plåtar som har ytterligare förbättrade egenskaper. Ett syfte är därvid att öka planheten och rakheten hos den framtagna plåten så att efterbearbetningar för att uppnå hög planhet eller rakhet hos plåten kan undvikas. Ännu ett syfte är att erbjuda en sådan metod som kan genomföras med relativt enkla medel.

25

30 Dessa syften uppnås med en metod av det slag som beskrivits i det första stycket ovan och som kännetecknas av att en sträckning av plåten genomförs under värmebehandlingen enligt ovannämnda steg c).

35

Vid β -släckningen sker, såsom förklarats ovan, en fasomvandling från bcc-struktur till hcp-struktur. Denna fasomvandling sker delvis även vid en $\alpha + \beta$ -släckning. Eftersom faserna har olika

struktur och olika volym så sker en volymsförändring vid denna omvandling. Denna volymsförändring medför att stora spänningar byggs in i materialet. Dessa spänningar leder till att planheten hos den framställda plåten kan bli dålig efter en sådan fasomvandling. Enligt föreliggande uppfinning sträcket plåten under den värmebehandling i legeringens α -fasttemperaturområde som genomförs efter släckningen av materialet. Genom att plåten sträcket så löses de spänningar ut som uppstått vid den ovan beskrivna fasomvandlingen från bcc- till hcp-struktur. Därvid erhålls en plan och rak plåt. Vid värmebehandlingen enligt steg c) erhålls även förbättrade korrosionsegenskaper eftersom denna värmebehandling gör att så kallade sekundärfaspartiklar får tillfälle att tillväxa. Genom att plåten sträcket under värmebehandlingen så sker tillväxten av sekundärfaspartiklar snabbare eftersom sträckningen ökar diffusionshastigheten. Eftersom värmebehandling under deformation medför en avsevärt snabbare diffusion är det möjligt att styra graden av tillväxt av sekundärfaspartiklar med den pålagda deformationen. Detta är fördelaktigt speciellt vid värmebehandling i en kontinuerlig ugnprocess. Vid en kontinuerlig ugnprocess med konventionellt använda ugnar kan det annars vara svårt att uppnå tillräckligt lång uppvärmningstid för att erhålla önskad tillväxt av sekundärfaspartiklar. Genom att plåten sträcket under värmebehandlingen uppnås enligt föreliggande uppfinning en tillräcklig tillväxt av sekundärfaspartiklar även i en kontinuerlig ugnprocess.

Företrädesvis skall värmebehandlingen enligt steg c) ej utföras under alltför stor deformation, eftersom detta kan leda till att hcp-strukturen rekristalliserar till nya och större korn vilket kan göra att den randomiserade korntextur som erhållits genom släckningen försämras märkligt genom rekristallisering och korntillväxt vilket även leder till en försämrad duktilitet på grund av korntillväxten.

Enligt ett föredraget utförande är värmebehandlingen under sträckningen den sista värmebehandlingen som plåten genom-

går innan den formas och monteras till den komponent som den används till. Det är emellertid tänkbart att en viss värmebehandling kan utföras även efter ovannämnda steg c). En sådan värmebehandling bör dock vara av sådant slag att den struktur hos materialet som uppnås vid värmebehandlingen under sträckningen ej förstörs.

Eventuellt kan plåten sträckas även mellan steg b) och c), dvs även innan värmebehandlingen och sträckningen enligt steg c).
10 Normalt är dock en sådan för-sträckning ej nödvändig.

Enligt ett föredraget utförande av metoden är steg b) en β -släckning. Såsom nämnts ovan kan släckningen antingen vara en $\alpha + \beta$ -släckning eller en β -släckning. De bästa egenskaperna hos plåten erhålls emellertid genom en β -släckning. Dessutom
15 är den ovannämnda volymsförändringen som uppstår vid släckningen mera markant vid β -släckning. Således är uppfinningen speciellt fördelaktig när en β -släckning genomförs i steg b).

Företrädesvis genomförs nämnda sträckning vid en temperatur på högst den temperatur som utgör den högsta temperaturen i legeringens α -fasttemperaturområde och lägst vid den temperatur som är 70 % av nämnda högsta temperatur med avseende på °K, helst vid en temperatur som är mellan 80 % och 98 % av
25 nämnda högsta temperatur med avseende på °K. För en kontinuerlig ugnprocess, dvs en process där plåten kontinuerligt förflyttas i en ugn, kan företrädesvis sträckningen genomföras vid en temperatur som är mellan 90 % och 96 % av nämnda högsta temperatur med avseende på °K. För tydlighets skull kan
30 påpekas att exempelvis Zircaloy-4 föreligger i α -fas upp till cirka 810°C samt i β -fas över cirka 980°C. Däremellan föreligger legeringen i $\alpha + \beta$ -fas. Nämnda högsta temperatur utgör i detta fall således 810°C, vilket motsvarar 1083°K. Exempelvis en temperatur på 750°C (vilket är 1023°K) utgör således cirka 94 %
35 av nämnda högsta temperatur.

- Lämpligen utförs nämnda sträckning så att plåten direkt efter genomgången sträckning har en kvarstående töjning jämfört med plåtens tillstånd omedelbart före sträckningen. Den kvarstående töjningen kan lämpligen vara mellan 0,1 % och 7%, helst mellan 0,2 % och 4%. Företrädesvis utförs sträckningen så att nämnda töjning är lägre än legerings kritiska deformationsgrad. Det bör noteras att när plåten svalnar så drar den ihop sig något i enlighet med materialets längdutvidgningskoefficient. Därför har den kvarstående töjningen ovan definierats för det tillstånd som plåten har omedelbart före och efter sträckningen, dvs innan den svalnat och därmed dragit ihop sig på grund av temperaturskillnaden. Såsom framgår av ovan angivna föredragna töjningar så behövs endast en liten kvarstående töjning för att lösa ut de spänningar som har uppstått vid släckningen av materialet.
- Med materialets kritiska deformationsgrad menas den deformationsgrad där α -fas kornen rekristalliserar till nya och större korn. Även om deformationen något skulle överstiga den kritiska deformationsgraden erhåller man endast en marginell förändring av materialets textur vilket ej har någon större negativ inverkan på materialegenskaperna. Emellertid kan materialets duktilitet påverkas negativt om för stora korn bildas. Företrädesvis, är därför deformationen lägre än legeringens kritiska deformationsgrad.
- Lämpligen definierar komponenten en längdriktning som, när komponenten används som avsett i nämnda bränslepatron, är åtminstone väsentligen parallell med bränslepatronens längdriktning. Sträckningen av plåten kan då lämpligen utföras i en riktning som motsvarar längdriktningen hos nämnda komponent för vilken plåten är avsedd. Plåten kan lämpligen vara långsmal och därvid kan sträckningen lämpligen utföras i plåtens längdriktning.
- En annan aspekt av uppfinningen avser användning av en plåt framställd och behandlad enligt metoden enligt något av föregående utföranden. Därvid används plåten som nämnda kompo-

nent eller som del av nämnda komponent i en bränslepatron för en nukleär lättvattenreaktor. Eftersom den framställda plåten har goda egenskaper och är plan och rak så lämpar den sig att användas för en komponent i en nukleär lättvattenreaktor.

5

Enligt ett fördelaktigt användande är nämnda komponent ett höljerör som definierar ett inre utrymme, innanför höljeröret, i bränslepatronen, varvid ett flertal bränslestavar är anordnade i nämnda inre utrymme och varvid nämnda plåt används för åtminstone en av höljerörets väggar.

10

Företrädesvis är ovan nämnda bränslepatron en bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor.

15

Enligt en annan fördelaktig användning är nämnda komponent en vattenkanal anordnad i bränslepatronen för att möjliggöra ett flöde genom bränslepatronen av icke kokande vatten och varvid nämnda plåt används som åtminstone en vägg hos nämnda vattenkanal.

20

Eftersom höljerör och vattenkanaler har en utsträckning som vanligen utgör nästan hela bränslepatronens längd så är det viktigt att dessa komponenter har goda egenskaper och bra planhet och rakhet. Med fördel används därför plåten framställd och behandlad med metoden enligt föreliggande uppfinning för dessa komponenter.

25

Uppfinningen avser även en metod att tillverka ett höljerör för en bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor, vilken metod innefattar:

30

framställande och behandlande av ett flertal plåtar med metoden enligt något av de ovan beskrivna utförandena, samt åstadkommande av en lämplig form på dessa plåtar samt sammanfogning av plåtarna så att nämnda höljerör bildas.

35

Uppfinningen avser även en metod att tillverka en vattenkanal för en bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor, vilken vattenkanal är avsedd att ingå i nämnda bränslepatron för att möjliggöra ett flöde genom bränslepatronen av icke kokande vatten, vilken metod innefattar

5 framställande och behandlande av ett flertal plåtar med metoden enligt något av de ovan beskrivna utförandena, samt åstadkommande av en lämplig form på dessa plåtar samt sammanfogning av plåtarna så att nämnda vattenkanal bildas.

10 Genom dessa metoder att tillverka höljerör respektive en vattenkanal så uppnås fördelarna som är beskrivna ovan beträffande den använda plåten.

15 Uppfinningen avser även en bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor innefattande:

ett höljerör med en materialstruktur erhållen genom att plåten som bildar åtminstone huvuddelen av höljerörets väggar är framställd och behandlad enligt metoden enligt något av ovan

20 nämnda utföranden, och ett flertal bränslestavar innefattande kärnbränslematerial anordnade inom nämnda höljerör.

Uppfinningen avser även en bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor innefattande:

25 åtminstone en vattenkanal med en materialstruktur erhållen genom att plåten som bildar åtminstone huvuddelen av vattenkanalens väggar är framställd och behandlad enligt metoden enligt något av ovan nämnda utföranden.

30 Även de ovan beskrivna bränslepatronerna har fördelaktiga egenskaper eftersom den plåt som används för höljerörets respektive vattenkanalens väggar är framställd och behandlad med den fördelaktiga metoden enligt uppfinningen.

KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

- 5 Fig 1 visar schematiskt en bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor.
- Fig 2 visar schematiskt ett tvärsnitt genom en bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor.
- Fig 3 visar schematiskt ett tvärsnitt genom en kokarvattenreaktor av en annan konstruktion.
- 10 Fig 4 visar schematiskt ett tvärsnitt av två U-formade profiler före sammanfogning.
- Fig 5 visar schematiskt de U-formade profilerna enligt figur 4 efter sammanfogning.
- 15 Fig 6 visar schematiskt en sidovy av en plåt i en anordning med vilken plåten kan sträckas.

BESKRIVNING AV UTFÖRINGSEXEMPEL AV UPPFINNINGEN

20 Ett utföringsexempel av en metod enligt uppfinningen att framställa och behandla en plåt som är anpassad att användas som en komponent eller som en del av en komponent i en bränslepatron för en nukleär lättvattenreaktor skall nu beskrivas.

25 Som utgångsmaterial används en Zr-baserad legering som innehåller minst 96 viktprocent Zr. Legeringen är av sådant slag att den är lämpad att användas till exempel för ett höljerör eller en vattenkanal i en nukleär kokarvattenreaktor. Exempelvis kan de kända legeringarna Zircaloy-2 eller Zircaloy-4 användas. Exempel på legeringshalter anges i ovannämnda WO-A1-97/40659.

30 Även andra Zr-baserade legeringar som är lämpade för användningen kan användas. Det är väl känt av fackmannen att de legeringshalter som ingår i Zircaloy-2 eller Zircaloy-4 kan modifieras på olika sätt för att uppnå önskade egenskaper. Även exempelvis Zr-baserade legeringar där den största legeringskomponenten utgörs av Nb kan användas. Som ett exempel beskrivs

35 nedan användningen av en legering av Zircaloy-4.

Ett göt framställs av denna legering. Götet smides inom β -fasttemperaturområdet, vid en temperatur på omkring 1150°C .

- 5 Konventionell smidning för att reducera materialets tjocklek genomförs inom α -fasttemperaturområdet. Därefter reduceras tjockleken ytterligare genom varmvalsning efter förvärmning till exempelvis 950°C under 15 minuter eller 750°C under 45 minuter. Varmvalsningen genomförs till en tjocklek av omkring 20 mm till 30 mm. Därefter följer en andra varmvalsning till en tjocklek på cirka 4 mm vid en maximal temperatur på 650°C .

- 15 Mellan dessa varmvalsningar kan eventuellt en värmebehandling vid cirka 1020°C under 5 till 10 minuter genomföras för att homogenisera legeringselementen.

- 20 Därefter genomförs kallvalsning i ett antal steg för att reducera tjockleken till sluttjockleken eller åtminstone nästan till sluttjockleken. Exempelvis kan en till tre kallvalsningar genomföras för att få rätt tolerans på plåttjockleken och ytfinhet. Mellan varje kallvalsning värmebehandlas lämpligen materialet vid cirka 730°C i en kontinuerlig ugnprocess.

- 25 Sedan β -släcks materialet genom att det uppvärms till omkring 1050°C under cirka 10 sekunder varefter en snabbkylning genomförs. Kylningshastigheten kan exempelvis vara cirka 25°C per sekund.

- 30 Efter β -släckningen så värmebehandlas plåten vid cirka 750°C i en kontinuerlig ugnprocess. Värmebehandlingen kan exempelvis ske under 2-10 minuter, företrädesvis under cirka 8 minuter. Under denna värmebehandling sträcket plåten så att en kvarstående töjning på cirka 0,5 % uppnås. Med kvarstående töjning menas här att plåten har töjts så mycket direkt efter sträckningen jämfört med omedelbart före sträckningen. Sedan kan eventuellt
- 35

plåten dra ihop sig något när den svalnar i enlighet med materialets längdutvidgningskoefficient.

5 Fig 6 visar schematiskt hur sträckningen av plåten kan gå till i en kontinuerlig process. Plåten matas fram i den riktning som utvisas med en pil med hjälp av ett främre valspar 20 och ett bakre valspar 22. Om frammatningshastigheten med det främre valspar 20 är något lite högre än frammatningshastigheten med det bakre valspar 22 så genomgår plåten en sträckning vid frammatningen. Det bör noteras att företrädesvis sker denna frammatning i en ugn så att plåten uppvärms samtidigt som den sträcket. Det bör även noteras att sträckningen ej nödvändigtvis måste ske i en kontinuerlig process med hjälp av valsar såsom visas i Fig 6. Det är även möjligt att plåten anordnas i någon annan lämplig sträckningsanordning för att genomföra sträckningen.

20 Företrädesvis är plåten långsmal och sträckningen genomförs i plåtens längdriktning. Denna längdriktning motsvarar därvid lämpligen längdriktningen hos den komponent till vilken plåten skall användas.

25 Den framställda plåten används företrädesvis som en komponent eller som en del av en komponent i en bränslepatron för en nukleär lättvattenreaktor, företrädesvis en nukleär kokarvattenreaktor. Plåten kan till exempel användas för höljeröret 2 som omsluter en sådan bränslepatron. En annan användning är för vattenkanalen eller vattenkanalerna 12, 14, 16 som kan ingå i en sådan bränslepatron.

30 Ett höljerör 2 för en bränslepatron för BWR kan framställas genom att två plåtar av lämplig dimension framställas. Dessa plåtar böjdes sedan till U-formade profiler såsom visas i Fig 4. Eventuellt kan plåtarna värmas något, exempelvis till cirka 35 200°C, innan de böjes. De U-formade profilerna svetsas därefter samman på ett sätt som är väl känt av en person med kunskap

inom området. Eventuellt kan höljeröret 2 formas genom att det placeras på ett don av rostfritt stål varefter uppvärmning sker för att överföra donets form på höljeröret 2.

- 5 En vattenkanal 12, 14, 16 för icke kokande vatten för en bränslepatron för en BWR kan framställas på liknande sätt. En plåt framställs med metoden enligt uppfinningen. Plåtar av lämpliga dimensioner framtas. Dessa delar formas och sammansvetsas så att en vattenkanal 12, 14, 16 av lämplig form erhålles. Denna
10 form kan exempelvis utgöras av en korsformad vattenkanal som består av olika delkanaler 12, 14 såsom visas i Fig 2 eller som en kvadratisk vattenkanal 16 av det slag som visas i Fig 3.

- Uppfinningen avser även en bränslepatron för en nukleär BWR.
15 En sådan bränslepatron har ett höljerör 2 med en materialstruktur, planhet och rakhet som är erhållen genom att plåten som bildar höljerörets 2 väggar är framställd och behandlad enligt metoden som beskrivs ovan. Bränslepatronen kan exempelvis vara av det slag som visas schematiskt i Fig 1.

- 20 Uppfinningen avser även en bränslepatron för en BWR där åtminstone en vattenkanal 12, 14, 16 ingår. Denna vattenkanal 12, 14, 16 har en materialstruktur, planhet och rakhet som är erhållen genom att plåten är framställd och behandlad enligt metoden
25 som beskrivs ovan. Givetvis kan bränslepatronen både ha höljerör 2 och vattenkanal 12, 14, 16 som är tillverkade av plåtar som är framställda och behandlade med metoden enligt uppfinningen.

- 30 Uppfinningen är ej begränsad till ovan angivna exempel utan kan varieras inom ramen för efterföljande patentkrav.

Patentkrav

- 5 1. En metod att framställa och behandla en plåt anpassad att användas som en komponent eller som en del av en komponent (2, 12, 14, 16) i en bränslepatron för en nukleär lättvattenreaktor, vilken metod innefattar följande steg:
- 10 a) framställning av en plåt av en Zr-baserad legering genom smidning, varmvalsning och kalvalsning i lämpligt antal steg, varvid nämnda legering innehåller minst 96 viktprocent Zr och är av sådant slag att plåten är lämplig att användas för nämnda komponent (2, 12, 14, 16),
- 15 b) genomförande av en α + β -släckning eller en β -släckning av plåten när plåten har framställts till en tjocklek som är lika med sluttjockleken, eller åtminstone nästan lika med sluttjockleken, hos den färdiga plåten,
- 20 c) värmebehandling av plåten i nämnda legerings α -fasttemperaturområde, varvid steg c) utförs efter det att steg a) och b) har utförts känetecknad av att en sträckning av plåten genomförs under värmebehandlingen enligt steg c).
2. En metod enligt krav 1, varvid steg b) är en β -släckning.
- 25 3. En metod enligt krav 1 eller 2, varvid nämnda sträckning genomförs vid en temperatur på högst den temperatur som utgör den högsta temperaturen i legeringens α -fasttemperaturområde och lägst vid den temperatur som är 70 % av nämnda högsta temperatur med avseende på °K.
- 30 4. En metod enligt krav 3, varvid nämnda sträckningen genomförs vid en temperatur som är mellan 80 % och 98 % av nämnda högsta temperatur med avseende på °K.
- 35 5. En metod enligt något av föregående krav, varvid nämnda sträckning utförs så att plåten direkt efter genomgången sträck-

ning har en kvarstående töjning jämfört med plåtens tillstånd omedelbart före sträckningen.

5 6. En metod enligt krav 5, varvid nämnda sträckning utförs så att nämnda töjning är lägre än legerings kritiska deformationsgrad.

10 7. En metod enligt krav 5 eller 6, varvid nämnda kvarstående töjning är mellan 0,1 % och 7 %

8. En metod enligt krav 7, varvid nämnda kvarstående töjning är mellan 0,2 % och 4 %

15 9. En metod enligt något av föregående krav, varvid nämnda komponent (2, 12, 14, 16) definierar en längdriktning som, när komponenten används som avsett i nämnda bränslepatron, är åtminstone väsentligen parallell med bränslepatronens längdriktning (10) och varvid nämnda sträckning av plåten utförs i en riktning som motsvarar längdriktningen hos nämnda komponent
20 (2, 12, 14, 16) för vilken plåten är avsedd.

25 10. Användning av en plåt framställd och behandlad enligt metoden enligt något av föregående krav som nämnda komponent eller som del av nämnda komponent (2, 12, 14, 16) i en bränslepatron för en nukleär lättvattenreaktor.

30 11. Användning enligt kraven 10, varvid nämnda komponent är ett höljerör (2) som definierar ett inre utrymme, innanför höljeröret (2), i bränslepatronen, varvid ett flertal bränslestavar (3) är anordnade i nämnda inre utrymme och varvid nämnda plåt används för åtminstone en av höljerörets (2) väggar.

35 12. Användning enligt krav 10 eller 11, varvid bränslepatronen är en bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor.

13. Användning enligt krav 12, varvid nämnda komponent är en vattenkanal (12, 14, 16) anordnad i bränslepatronen för att möjliggöra ett flöde genom bränslepatronen av icke kokande vatten och varvid nämnda plåt används som åtminstone en vägg hos nämnda vattenkanal (12, 14, 16).
14. En metod att tillverka ett höljerör (2) för en bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor, vilken metod innefattar:
framställande och behandlande av ett flertal plåtar med
metoden enligt något av kraven 1-9,
åstadkommande av en lämplig form på dessa plåtar samt sammanfogning av plåtarna så att nämnda höljerör (2) bildas.
15. En metod att tillverka en vattenkanal (12, 14, 16) för en bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor, vilken vattenkanal (12, 14, 16) är avsedd att ingå i nämnda bränslepatron för att möjliggöra ett flöde genom bränslepatronen av icke kokande vatten, vilken metod innefattar
framställande och behandlande av ett flertal plåtar med
metoden enligt något av kraven 1-9,
åstadkommande av en lämplig form på dessa plåtar samt sammanfogning av plåtarna så att nämnda vattenkanal (12, 14, 16) bildas.
16. Bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor innefattande:
ett höljerör (2) med en materialstruktur erhållen genom att plåten som bildar åtminstone huvuddelen av höljerörets (2) väggar är framställd och behandlad enligt metoden enligt något av patentkraven 1-9,
ett flertal bränslestavar (3) innefattande kärnbränslematerial anordnade inom nämnda höljerör (2).
17. Bränslepatron för en nukleär kokarvattenreaktor innefattande:

åtminstone en vattenkanal (12, 14, 16) med en materialstruktur erhållen genom att plåten som bildar åtminstone huvuddelen av vattenkanalens (12, 14, 16) väggar är framställd och behandlad enligt metoden enligt något av patentkraven 1-9.

0000015-15

Sammanfattning

- Uppfinningen avser en metod att framställa och behandla en plåt anpassad att användas som en komponent eller som en del av
- 5 en komponent (2, 12, 14, 16) i en bränslepatron för en nukleär lättvattenreaktor, vilken metod innefattar följande steg:
- a) framställning av en plåt av en lämplig Zr-baserad legering genom smidning, varmvalsning och kalvalsning i lämpligt antal steg,
 - 10 b) genomförande av en $\alpha+\beta$ -släckning eller en β -släckning av plåten när plåten har framställts till en tjocklek som är lika eller nästan lika med sluttjockleken hos den färdiga plåten,
 - c) värmebehandling av plåten i nämnda legerings α -fasttemperaturområde,
 - 15 varvid en sträckning av plåten genomförs under värmebehandlingen enligt steg c).

Uppfinningen avser även en användning av en plåt som är framställd och behandlad enligt denna metod, samt metoder och

20 bränslepatroner i vilka nämnda plåt ingår.

(Fig 1)

Fig. 1

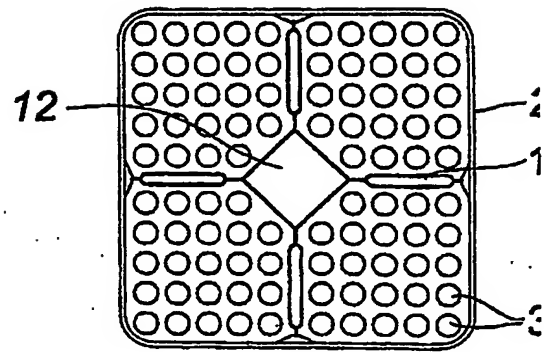
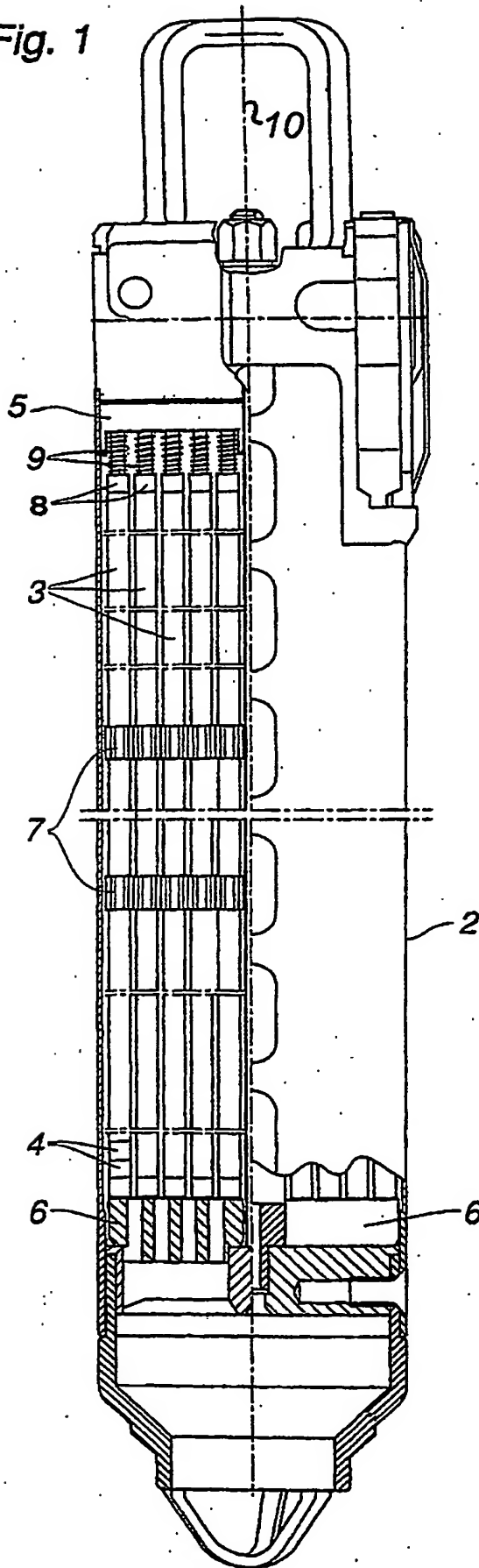


Fig. 2

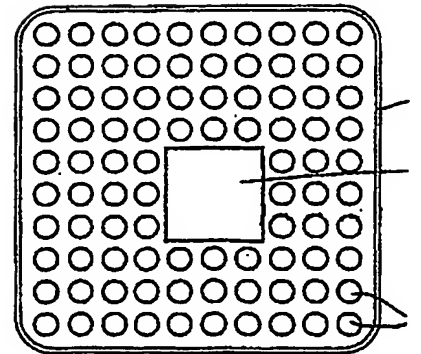


Fig. 3

2/2

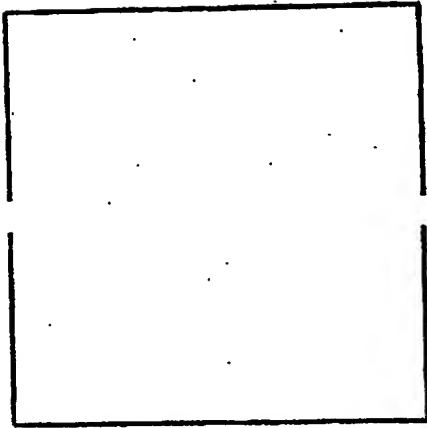


Fig. 4

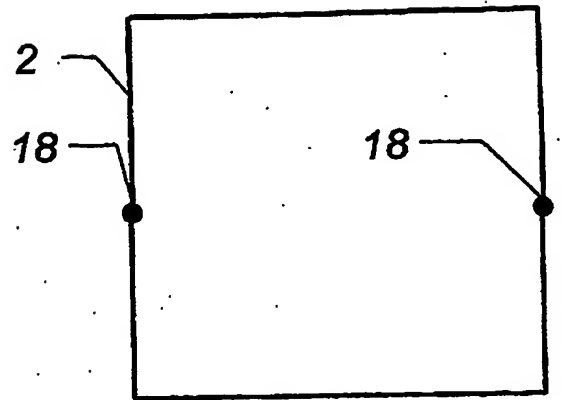


Fig. 5

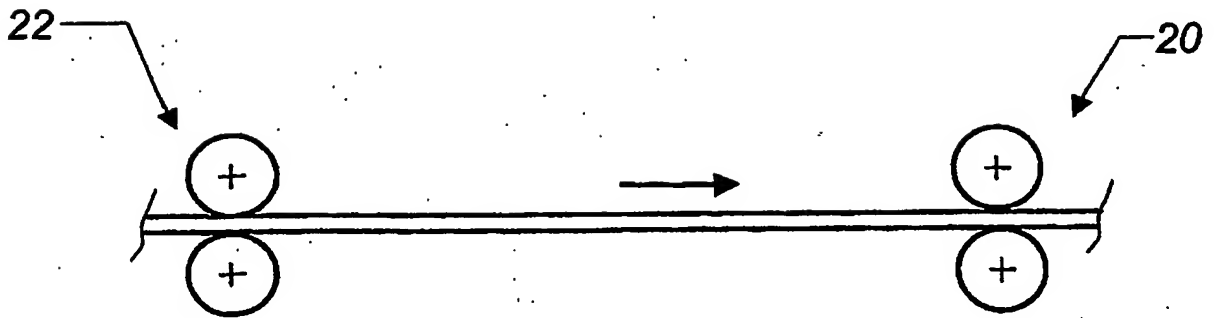


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.